

**Die Technik zur Untersuchung
mechanisch ausgelöster
Reizantworten**

Dietmar Ulbricht

1975

Aus der Psychiatrischen Klinik der Universität München
(Direktor: Prof. Dr. H. HIPPIUS)

DIE TECHNIK ZUR UNTERSUCHUNG MECHANISCH AUSGELÖSTER
REIZANTWORTEN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfasst und

einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München
vorgelegt von

Dietmar ULBRICHT
aus Bocholt
München 1975

Die Arbeit wurde mit Leihgeräten der Deutschen Forschungsgemeinschaft ausgeführt.

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München.

Berichterstatter: Prof. Dr. J. KUGLER

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Hippius

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 4.2.1975



Sehr geehrte Frau, ich habe Ihre Briefe erhalten und bin sehr dankbar für die vielen liebevollen Worte, die Sie mir geschrieben haben. Ich hoffe, Sie sind gut und haben eine angenehme Zeit verbracht.

Ich habe auch von den Kindern gehört und freue mich sehr, dass sie alle gesund und glücklich sind. Ich hoffe, Sie werden bald wieder von ihnen umgeben sein.

Ich habe auch von den Kindern gehört und freue mich sehr, dass sie alle gesund und glücklich sind. Ich hoffe, Sie werden bald wieder von ihnen umgeben sein.

Meiner lieben Frau

Ich hoffe, Sie werden bald wieder von ihnen umgeben sein. Ich habe auch von den Kindern gehört und freue mich sehr, dass sie alle gesund und glücklich sind.

INHALTSVERZEICHNIS:

- I EINLEITUNG
- II PROBLEMSTELLUNG
- III METHODE
- IV ERGEBNISSE
- V DISKUSSION
- VI ZUSAMMENFASSUNG
- VII LITERATURVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG

Seit 35 Jahren kam es zu einer Weiterentwicklung der Technik zur Untersuchung der evocierten Potentiale. Davis (14) entdeckte 1939, daß sich Reaktionen auf Schallreize im Elektroencephalogramm erfassen lassen. 1941 unternahm Adrian (1) und Walter (38) Versuche mit Lichtreizen.

1943 bediente man sich der Technik der Superposition, die zu besseren Ergebnissen führt. Diese Methode wurde erstmals von Galambos und Davis (22) angewendet. 1947 wurde die Technik verbessert und zur Untersuchung mit elektrisch ausgelösten somato-sensiblen Reaktionen angewandt. (Dawson 15,16)

Später gelang es Dawson (20) eine Verbesserung dieses Verfahrens durch die elektronische Mittelung der Kurven. Heute bedient man sich dieses Verfahrens mit Hilfe von Computern. (Computer of average transients= CAT) In letzter Zeit versuchte man mit besseren Methoden und Geräten die Auswertung der kortikalen Reizantworten, sowohl der auditiven, visuellen und somato-aesthetischen für die klinische Diagnose von cerebralen und spinalen Prozessen einzuführen.

Das Registrieren der somato-aesthetischen Reizantworten ist schwierig wegen der komplizierten Technik und der aufwendigen Geräte. Deshalb gibt es in den Literaturen nur wenige Untersuchungen. Bergamini (8,9,10), Giblin (23) Williamsen (40) haben bei Rückenmarksläsionen intrakraniellen raumfördernden Prozessen und zerebralen Störungen, Halliday (26) bei Sensibilitätsstörungen, Arfel (3), Bergamosco (7), Lille (32) bei unterschiedlichen Komastadien, Dolce (18) beim Coma-vigile, dem

sogenannten apallischen Syndrom untersucht.

Die somato-aesthetischen Reizantworten hat Baust (5) für die Höhenlokalisation von Rückenmarks - schädigungen beim Menschen benutzt. Er bediente sich hierbei der elektrischen Reizung in der Peripherie.

Bisher liegen aber keine Untersuchungen mit Mechano-Stimulatoren vor, bei denen ein mechanischer Reiz gesetzt wird. Von der Firma Hellige wurde ein Mechano-Stimulator entwickelt, dessen Anwendbarkeit für Routine-Untersuchungen geprüft werden sollte.

II. PROBLEMSTELLUNG

Für die gestellte Aufgabe waren folgende Fragen zu lösen:

1. Können die mechanisch ausgelösten Reizantworten (engl.: evoked cortical Potentials, frz.: potentiels évoqués) mittels der Computer Technik sichtbar gemacht und ausgewertet werden ?
2. Welche Lage der Elektroden war für die Ableitung somato-aesthetischen Reizantworten die günstigste, um auch Vergleiche mit visuellen und auditiven Reizantworten anstellen zu können?
3. Welche Personen waren für die Untersuchung geeignet ?
4. Welche Stelle des Körpers eignet sich zum Auslösen der Reizantworten ?
Wo sollte man den Reiz ansetzen?(Finger, Handgelenk). Dabei ist zu berücksichtigen, daß nach Keidel (28) die Raumschwelle an der Fingerbeere 2 mm und am Unterarm 40 mm beträgt.
5. Könnte man mit dieser Methode Gehirnlässionen oder andere pathologische Veränderungen feststellen ? Könnte man eventuell einen Zusammenhang zwischen Schwere der Gehirnlässion und der somato-aesthetischen Reizantworten finden ? Sind Seitendifferenzen bei der Auswertung der Kurven verwertbar?
6. Welche Verbesserung des Gerätes und der Versuchsanordnung wären nötig und möglich ?

III. METHODE

1. Versuchsbedingungen

Die Untersuchungen zur Ermittlung der somato-aesthetischen Reizantworten wurden im Zeitraum vom 30.3.71 - 18.10.71 an 25 Patienten vorgenommen. Sie erfolgten im EEG-Laboratorien der Neurologischen Klinik der Universität München, zwischen 9 und 16 Uhr. Die Patienten, die im Alter zwischen 21 und 72 Jahren waren, hatten auf grund der EEG-Vorbefunde Anomalien, vorallem Asymmetrien zu ungunsten einer Hemisphäre aufgewiesen.

Die Versuchspersonen befanden sich während der Untersuchungen in einem bequemen Liegestuhl in halbliegender Position. Sie wurden zur körperlichen und geistigen Entspannung angehalten. Eine Nackenstütze erleichterte das Anbringen der Ableitungselektroden. Drei Patienten, die nicht gehfähig waren, blieben im Bett liegen, wobei auf annähernd gleiche Stellung geachtet wurde. Abbildung: 4.

Während der Aufnahme wurde auf größtmögliche Ruhe geachtet. Der Mechano-Stimulator wurde auf einen eigens für diese Versuchsreihe angefertigten Bettisch montiert, so daß der Unterarm des Patienten bequem unter den Stimulator gelegt werden konnte und keine motorische Aktivität während der Reizung auftrat.

2. Die mechanische Reizung.

Wir benutzten den Mechano-Stimulator, der uns von der Firma Hellige & Co., Freiburg zur Verfügung gestellt worden war. Abbildung 1.

Die Wirkungsweise dieses Gerätes war folgende:

Es arbeitet nach dem Prinzip eines dynamischen Lautsprechers mit Rückkoppelung. Die Kontrolle der Kraft erfolgt durch Regelung des Schwingspulenstroms. Der Arbeitsbereich des taktilen Stiftes lag zwischen 0,001 bis 2 mm, die Stärke zwischen 5 mp bis 10 p, Impulsgenerator für Rampen- und Rechteckreize 5 ms bis 100 sec. Wiederholzeit, Rampendauer, Plateaudauer und Amplitude waren fernprogrammierbar. Die Höhe des gesamten Reizkopfes war verstellbar und nach Feinjustierung fixierbar.

Nach einigen Vorversuchen haben wir uns dazu entschlossen, im proximalen Bereich des Handgelenks zu reizen, weil sich zeigte, daß hierbei der zu reizende Arm am bequemsten lag und keine motorische Unruhe auftrat.

Um bei jeder Versuchsperson möglichst den gleichen Hautbereich reizen zu können, haben wir ein Leichtmetallblech, beschichtet mit Elektrodenpapier, mit einer Gummimanschette am Handgelenk befestigt. Es wurde somit eine Fläche von ca. 9 cm² gereizt. Abbildung 3.

Abb. 1 Mechano - Stimulator

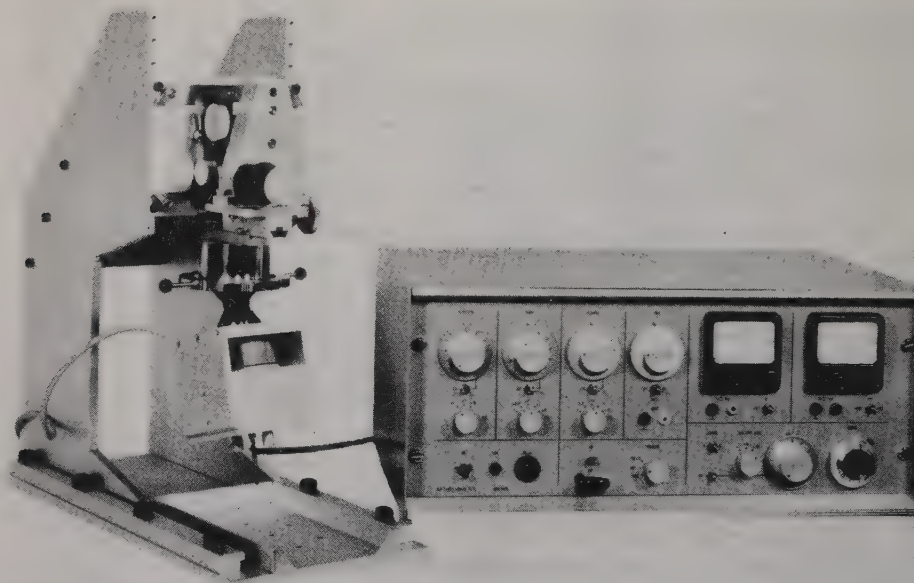


Abb. 2 Der Versuchsaufbau (Prinzip)

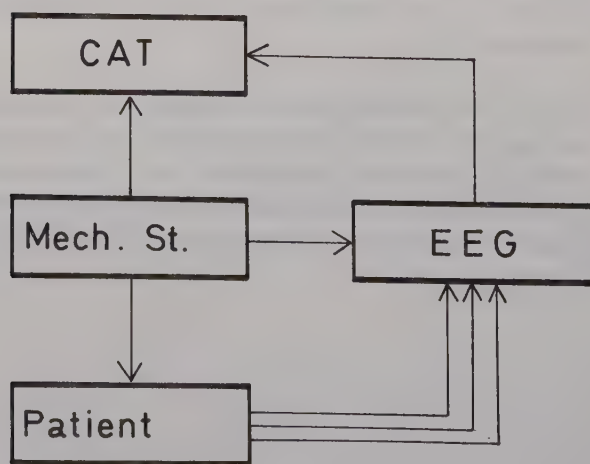


Abb. 3 Der mechanische Reizpunkt

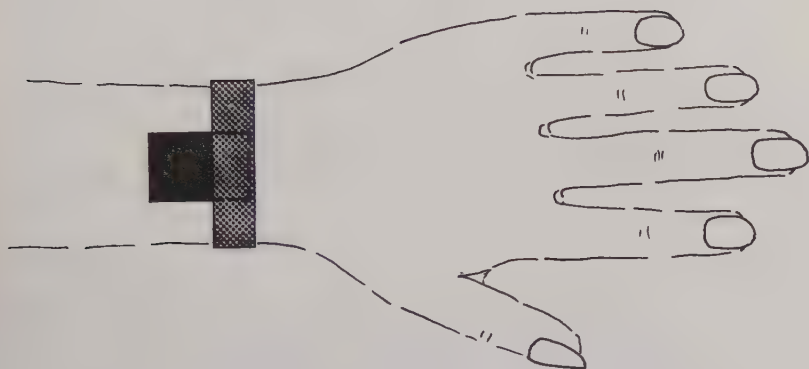
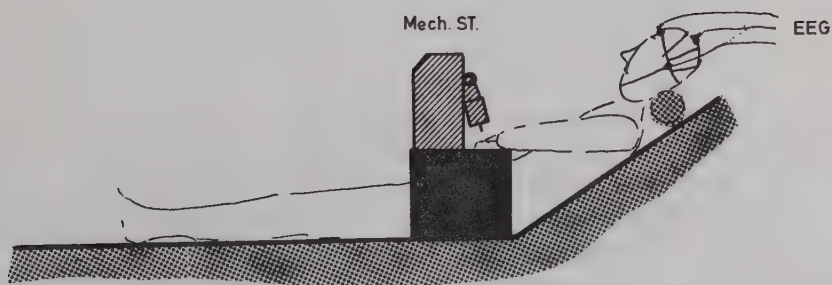


Abb. 4 Die Lagerung des Patienten



Das Elektrodenpapier war zwecks Schalldämpfung erforderlich, da ein zusätzlicher akustischer Reiz zu einer Überlagerung der somato-aesthetischen mit anderen Reizantworten führte.

Wir wählten den kürzesten möglichen Rechteckreiz (Plateau-Einstellung von 0,2 ms) mit einer Amplitude von 5p und ein Frequenz von 1,2 sec. Die Reizfolge bestand aus 100 aufeinanderfolgenden Reizen.

3. Ableitung.

Die Kopfhaut wurde an den Ableitungsstellen mit Aceton gründlich gereinigt und die Ableitungsstellen mit Elektrodenpaste eingerieben, um einen möglichst geringen Widerstand zu erzielen. Wir befestigten die Elektroden mittels einer Elektrodenhaube. Die Ableitungen erfolgten bipolar, linke und rechte Hemisphäre wurden getrennt abgeleitet.

Der gemeinsame Bezugspunkt für linke und rechte Hemisphäre war die Vertex-Elektrode, die andere Elektrode des Paares befand sich am Mastoid. Die Erdungselektrode lag in der Stirnmitte, etwa 2 cm unter dem Haaransatz.

Die elektrocerebralen Schwankungen wurden mit einem EEG-Gerät vom Typ Hellige Neuroscript auf Kanal III abgeleitet. Die Papiergeschwindigkeit des Gerätes war auf 15 cm pro Sekunde eingestellt, die Verstärkung betrug 50 mV = 6 mm.

Die Daten wurden dem Data Retrieval Computer (Modell 7100 der Nuclear Chicago, Leihgabe der deutschen Forschungsgemeinschaft an Prof. Dr. J. Kugler) eingegeben, der mit dem Impulsgeber des Mechano-Stimulators getriggert war. Das automatische Zählwerk addierte 100 aufeinanderfolgende Reizantworten mit einer Eingangsverstärkung von 0,1 und einer Analysenzeit von 250ms.

4. Dokumentation

Die Summationskurven, die nach den 100 Reizen auf dem Oszillographen sichtbar waren, wurden sofort mit einer Kamera Exakta Varex II b aufgenommen, mit einem Blendenwert von 4, Belichtungszeit 1/2 sec. und einem 17⁰ DIN Film ISS der Firma Agfa. Fünf Filme wurden benötigt und 80 Photos angefertigt.

5. Versuchsablauf

Die Ableitungen wurden zwischen 9 und 16 Uhr vorgenommen, in folgender Reihenfolge bei jedem Patienten:

1. Ableitung linke Hemisphäre - Reizung linker Arm
2. Ableitung linke Hemisphäre- Reizung rechter Arm
3. Ableitung rechte Hemisphäre- Reizung rechter Arm
4. Ableitung rechte Hemisphäre- Reizung linker Arm

Bei einigen Patienten wurden noch zusätzliche Reizungen anderer Art vorgenommen. Für jede Versuchsperson wurde eine Zeit von durchschnittlich 45 Minuten benötigt. Der Aufbau der gesamten Versuchsanordnung ergibt sich aus Abbildung 2.

IV. ERGEBNISSE

1. Vorbemerkung

Um die Reizantworten auswerten zu können, benutzten wir die Nomenklatur von Ciganek (11), Abbildung 5.

Bei ihm werden die Gipfel der Kurven mit römischen Ziffern bezeichnet, indem die negativen Gipfel mit I, III, V, VII, die positiven mit II, IV, VI versehen sind. An diese Wendepunkte schließen sich bis zum Ende der Analysenzeit noch Nachschwankungen an, die jedoch für unsere Versuchsanordnung unberücksichtigt bleiben. Wir haben diese Nomenklatur gewählt, um Vergleiche mit früheren Arbeiten anstellen zu können.

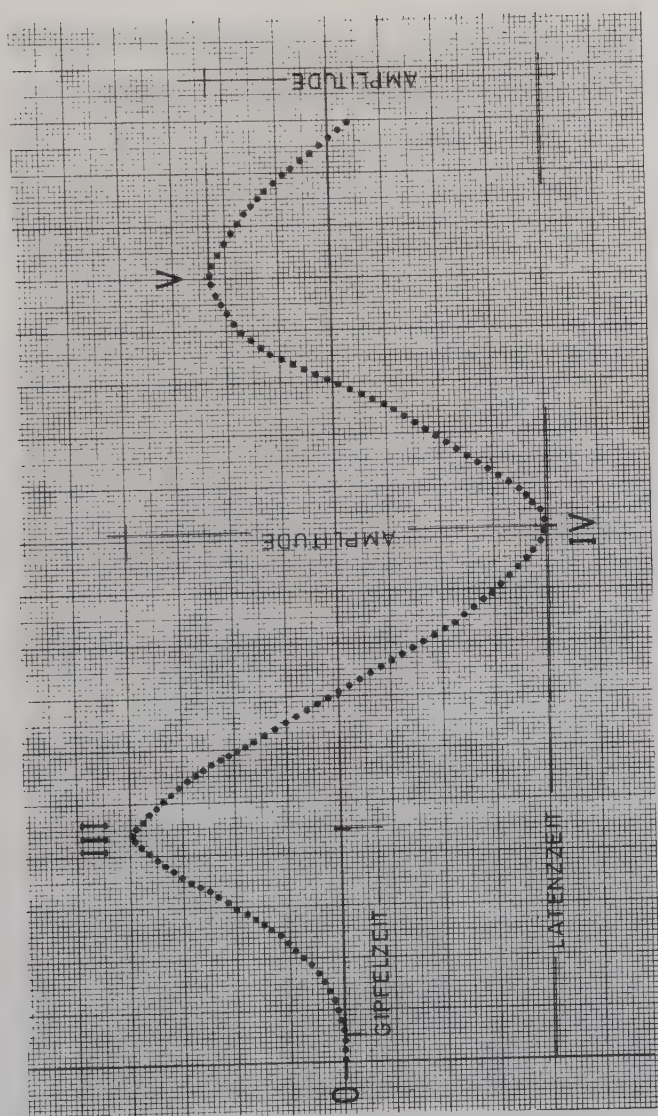
Die Amplitude haben wir in mm gemessen, die die Strecke vom ersten Anstieg der Kurve bis zum Erreichen des Gipfels darstellt.

Die Gipfelzeit ist die Strecke vom ersten erkennbaren Anstieg der Welle (Fußpunkt) bis zum Erreichen des Gipfels.

Die Reihenfolge der abgebildeten Fotos ist immer folgende, wenn nicht gesondert untersucht:

Fotos:

1. Linke Hemisphäre linker Arm (ipsilateral)
2. Linke Hemisphäre rechter Arm (contralateral)
3. Rechte Hemisphäre rechter Arm (ipsilateral)
4. Rechte Hemisphäre linker Arm (contralateral)



Ciganek 250 m/sec

Abb. 5

Die Abkürzungen wie folgt:

1. LH / li
2. LH / re
3. RH/ re
4. RH / li

Eine Skaleneinheit auf dem Foto: $1 E = 5 \mu V$.

In der oben aufgeführten Reihenfolge wurden alle Patienten untersucht.

Bei den verwertbaren Versuchspersonen handelte es sich um EEG-Vorbefunde, die Kurven asymmetrischer Funktionsstörungen veränderter Aktivität zu ungunsten der linken Hemisphäre bei 9 Patienten zeigten bei 2 Patienten zu ungunsten der rechten Hemisphäre und bei einem um keine Seitendifferenz.

Beim Vergleich der Gipfelzeiten kommen Schwankungen im Vergleich der Kurven deutlicher zum Ausdruck als Vergleiche der Latenzzeiten.

- a) Reizantworten bei gesunden Versuchspersonen, Abbildung 6, 7, 15.
- b) Reizantworten bei Patienten mit asymmetrischen EEG-Befunden zu ungunsten der linken Hemisphäre, Abbildung 8, 9, 10, 17.
- c) Reizantworten bei Patienten mit asymmetrischen EEG-Befunden zu ungunsten der rechten Hemisphäre, Abbildung 11, 12.
- d) Reizantworten, hervorgerufen durch mechanischen Reiz am Daumen, Abbildung 14 .
- e) Auditive Reizantworten, Abbildung 13, 16.

Formschwankungen im Oszillographen. Bei der Speicherung der einzelnen Reizantworten traten Überlagerungen von Gleichspannungsanteilen auf. Daher war es nicht möglich, eine einheitliche Nulllinie für alle Reizantworten zu fixieren. Uns ging es auch in erster Linie darum, Schwankungen und Relationen der einzelnen Wellen zu vergleichen und die Tauglichkeit des Gerätes zu untersuchen.

Parallelversuche mit akustischen Reizen zeigten, daß die Versuchsanordnung vom Prinzip richtig war. Den nur schwach ausgeprägten somato-aesthetischen Reizantworten standen bei ein und dem selben Patienten gut ausgebildete auditive Reizantworten gegenüber. Abbildung 12, 13, 15, 16.

Die somato-aesthetischen Reizantworten waren wegen ihrer zeitweise schwachen Ausbildung nicht exakt auswertbar. Auffallend waren aber hier die etwas stärker ausgeprägten Amplituden bei der jeweils contralateralen Ableitung.

Bei 8 Patienten waren sie deutlicher ausgeprägt, bei 4 Patienten gleich. Abbildung 9, 10, 11, 12. Bei den 8 Patienten handelte es sich um Hemisphärenläsion sowohl einerseits der rechten als auch andererseits der linken Seite.

Abb. 6 R. N. ♀ 22 J. Aug. 71 , somaesth. Reizantwort b. Gesunden

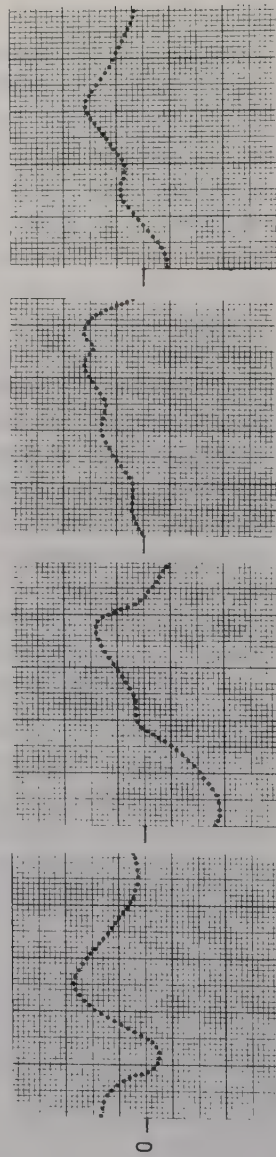
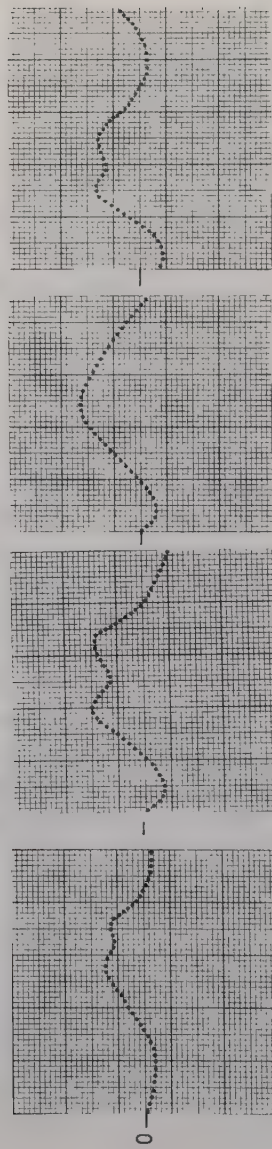


Abb. 7 Tr. W. ♂ 21 J. Aug. 71

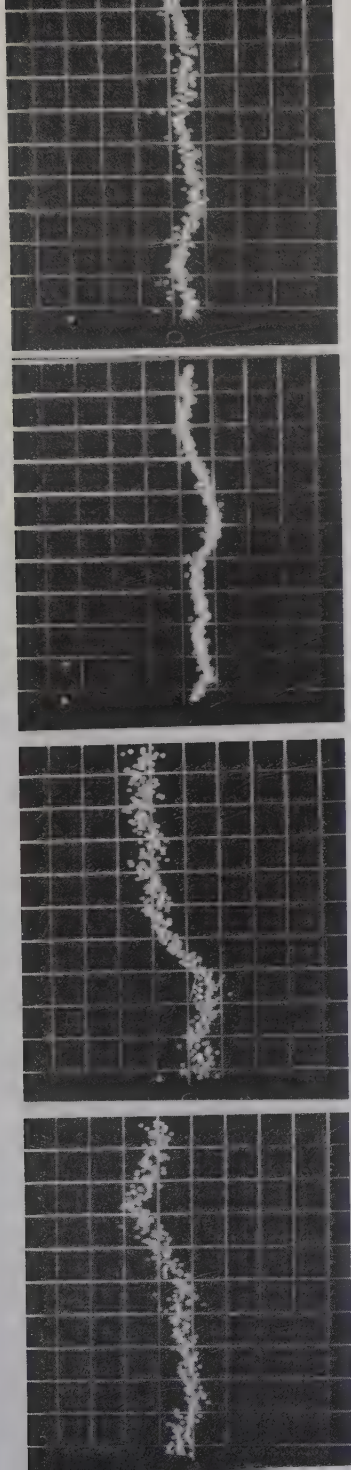


Abb. 8 Bu. P. ♀ 57 J. Sept. 71

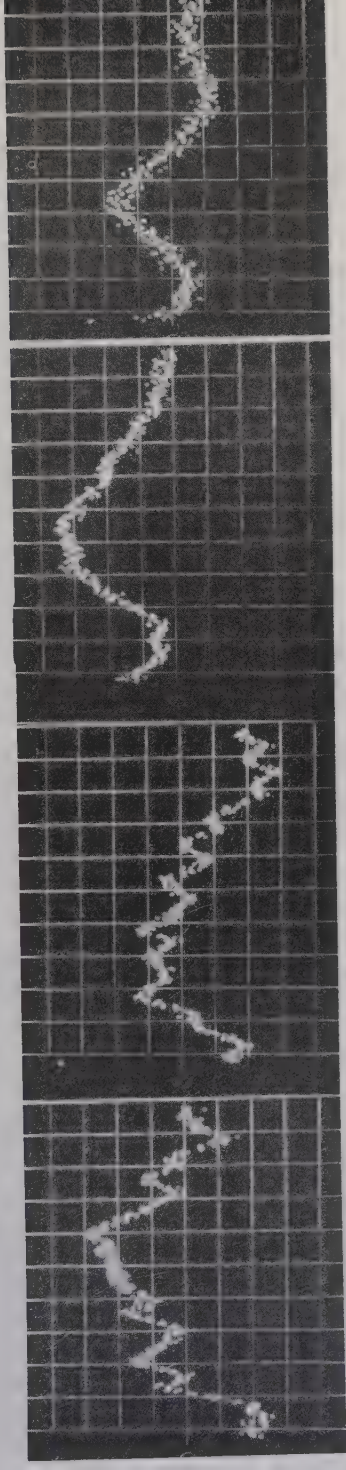


Abb. 9 Ho.P. ♀ 59J. Okt. 71

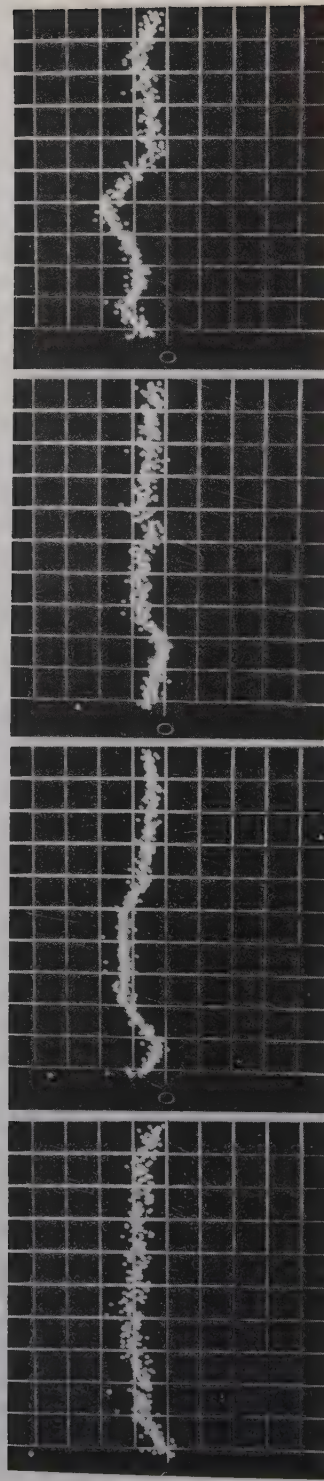


Abb. 10 He. G. ♂ 58J. Okt. 71

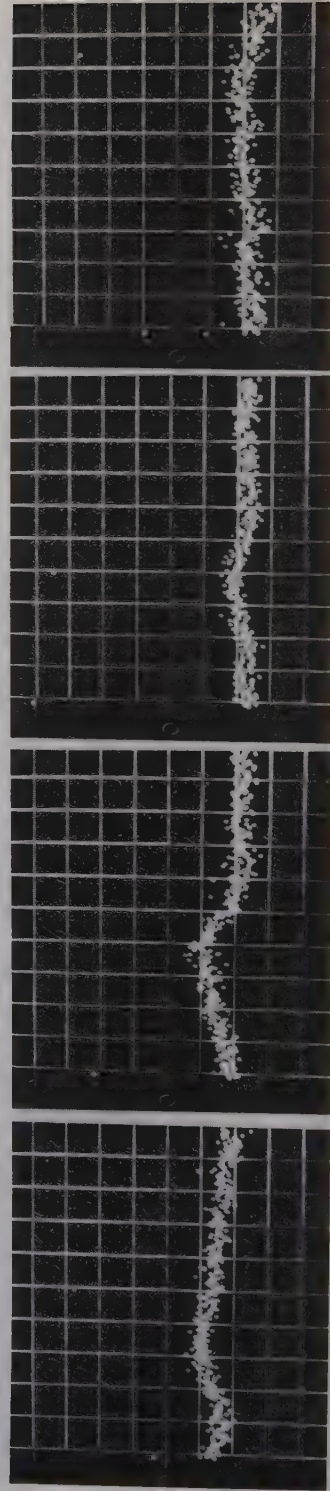


Abb. 11 Ka. M. ♀ 33 J. Sept. 71

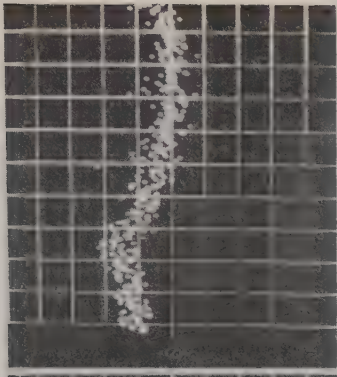
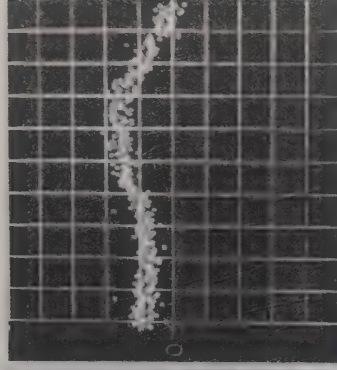
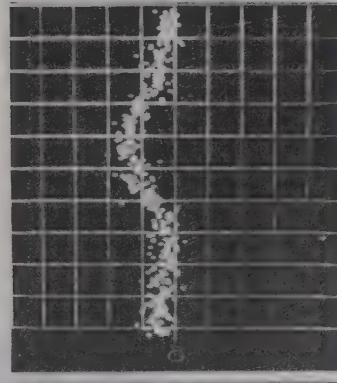
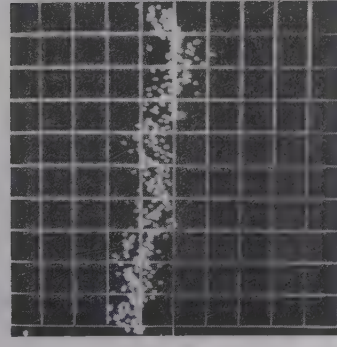


Abb. 12 Wu. B. ♀ 22 J. Aug. 71

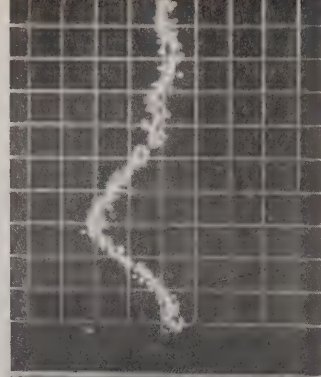
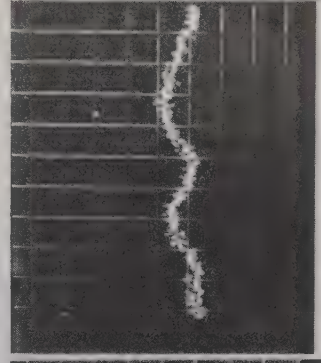
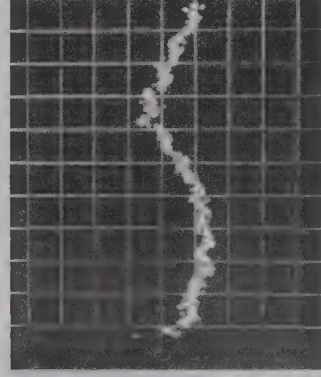
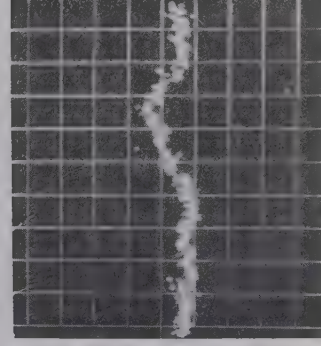


Abb. 13 Wu. B. ♀ 22 J. Aug. 71 , auditive Reizantwort

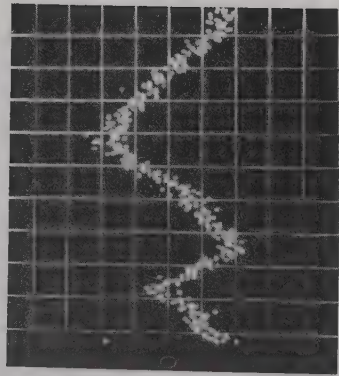
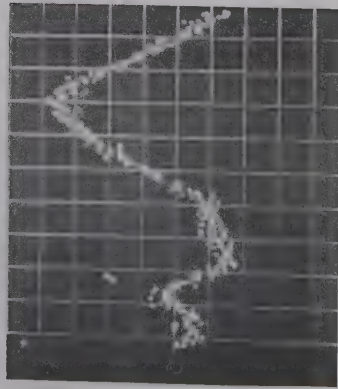


Abb. 14 Wu. B. ♀ 22 J. Aug. 71 , somaesth. Reizantwort

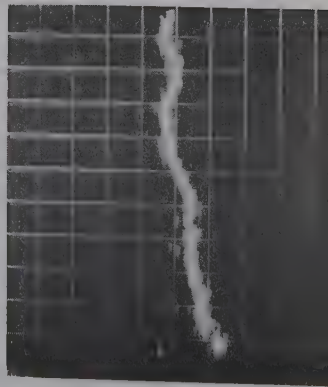


Abb. 15 Zi. H. ♂ 31 J. Sept. 71

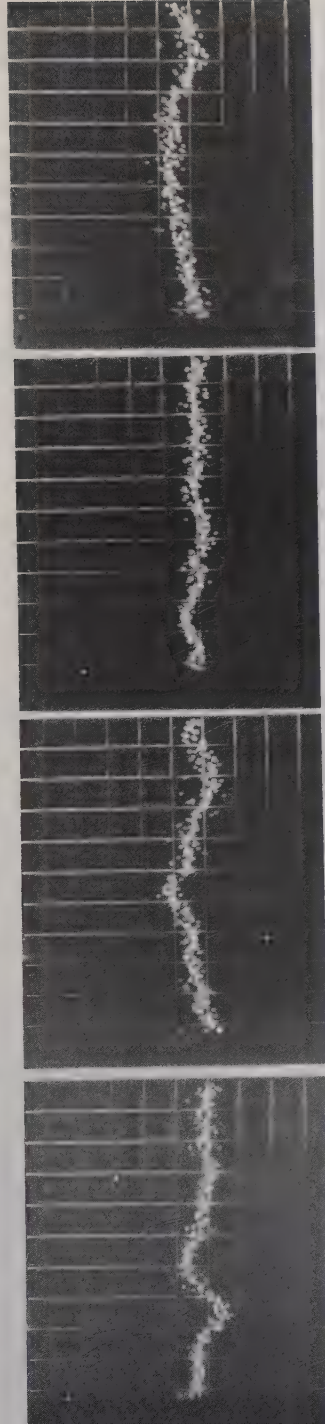


Abb. 16 Zi. H. ♀ 31 J. Sept. 71 , auditive Reizantwort



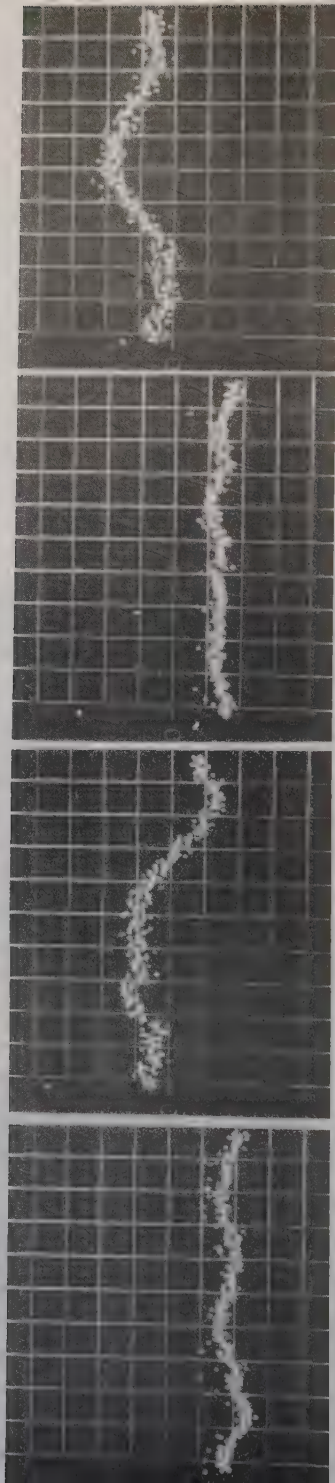


Abb. 17 Ra. A. ♂ 71 J. Aug. 71

- Abb.: 11 Diagnose: Psychose, 1958 Schädelhirnver-
letzung, EEG: unauffälliges EEG mit
spindelig regelmäßiger Alphas-aktivität.
- Abb.: 12, Diagnose: Toxikomanie, Zustand nach epi-
13,
14. duralem Hämatom, EEG mit geringen, für
links sprechenden Seitendifferenzen und
mit Herdbefund, links temporal vorne.
- Abb.: 15, Diagnose: linkshirnige Erkrankung mit
16. Röntgenbefund. EEG abnorm mit für links
sprechenden Seitendifferenzen und mit
ausgeprägtem Herdbefund über der linken
Parietal- und Temporalregion.
- Abb.: 7 EEG abnorm, mit für links sprechenden
Seitendifferenzen und mit Anomalien über
der linken Hemisphäre, die präzentral-
zentral betont sind.
- Abb.: 8 Zustand nach Operation eines Ventrikel-
Ependyxioms, spastische Hemisphäre links.
EEG abnorm für rechts sprechenden Seiten-
differenzen, auch links geringe Allgemein-
veränderungen.

- Abb.: 9 Kleinhirntumor, vor 1967 operative Entfernung. Verdacht auf Rezidiv. EEG liegt im Bereich der Norm und ist von einer Normvariante nicht zu unterscheiden. Es zeigt geringe Asymmetrien mit rechts etwas mehr Unregelmäßigkeiten.
- Abb.:10 EEG liegt abnorm mit unregelmäßiger Untergrundtätigkeit und mit deutlich vermehrtem Labilitätszeichen, die unter Belastung über den linken Hirnabschnitten betont sind.

V. DISKUSSION

Um die Frage beantworten zu können, wie man die somato-aesthetischen Reizantworten auswerten kann, bedarf es einiger Vorbemerkungen.

Die Anwendung der neueren Computer ermöglicht eine bessere Analyse als die früheren Verfahren. Das brachte Witt (41) in seiner Arbeit klar zum Ausdruck. Wir benutzten das Mastoid als aktive Elektrode, wie das schon von Vaughan (37) angegeben wurde.

Die Bezugs elektrode befestigten wir am Vertex, da schon von Baucaud (4), David (12), Gastaut (21) und McCandless (33) übereinstimmend festgestellt wurde, daß bei dieser Ableitungsart die höchsten Amplituden aufgezeichnet wurden.

Das subjektive Befinden des Patienten ist nicht ohne Bedeutung, wie Wilkinson (39) herausfand, da bei Nachlassen der Aufmerksamkeit die Amplituden der Wellen III und IV abnahmen, hingegen die Amplituden von Welle V zunahmen.

Haider (25) kam zu ähnlichen Ergebnissen. Price (34) zeigte, daß deutliche Zusammenhänge zwischen Alter, Medikation, pathologische Veränderungen der Gehirnfunktion und auditiven Reizantworten bestehen.

Da unsere Patienten zu verschiedenen Tageszeiten untersucht wurden und auch die jeweiligen Medikationen keine Berücksichtigung fanden, konnten wir die Aufmerksamkeit nicht prüfen.

Die Reizstärke war bei unserem Gerät begrenzt, da bei zu starker Einstellung ein durch die elektromagnetische Membran verursachter akustischer Klick hörbar wurde.

Die Reizstärke jedoch hat einen wesentlichen Einfluß auf die Amplitude der Reizantwort wie Beagley (6), McCandless (33), Antinoro (2), Tybergheim (36), Davis (13) und Henrikson (27) bei auditiven Reizantworten bereits feststellten. Es besteht nach Ihnen ein deutlich proportionales Verhalten zwischen Reizstärke und Reizantwort. Zu gleichen Ergebnissen kamen bei visuellen Reizantworten Kitajima (29), bei somato-aesthetischen Giblin (23), Shagass (35) und Schwartz (35). In unserer Zeit haben Kühn (30) und Mitarbeiter über das Verhältnis zwischen Reizamplitude und Reizantwort berichtet. Sie bedienten sich der elektrischen Reizung an nn. ulnaris et radialis.

Es zeigte sich bei Ihnen, daß bei schwacher Reizung die Gipfel seltener auftraten als bei stärkerer, und daß bei stärkerer Reizung teilweise höhere Amplituden aufgezeichnet wurden. Der schwache Reiz war der, der bei den Versuchspersonen ein Klopfgefühl hervorrief, während der stärkere Reiz einen Schmerz verursachte. Auch die Definition unterlag den Fehlern subjektiven Befindens. Interessant war im Rahmen ihrer Untersuchungen, daß ein Reiz über die Schmerzschwelle hinaus keine Amplitudenzunahme ergab.

Starke Reizungen ergeben Verkürzungen der Latenzzeiten, was Giblin (23) beschrieb. Kitajima (29) kam bei seinen Untersuchungen zu ähnlichen Ergebnissen. Davis (13) stellte die höchsten Amplituden bei einer Intervallzeit von 3 sec. fest. Bei 1 sec. betrug die Amplitude nur noch $\frac{1}{4}$ der Höhe. Da wir auch gegebenenfalls Vergleiche mit früheren Arbeiten ziehen wollten, reizten wir mit 1,2 sec. wie bei diesem.

Guttmann (24) stellte Unterschiede der Reizantworten in Bezug auf die subjektive Einstellung des Patienten fest. Bei unseren Patienten konnten wir in diesem Punkt keine Rücksicht nehmen.

Bei Vorversuchen an Gesunden stellten wir fest, daß es hier zu großen Differenzen der Reizantworten kam, trotz der selben mechanischen Reizung und Ableitung, obwohl die Reizung in Abständen von 15 min. wiederholt wurde. Abbildung 6.

Baust (5) stellte bei Gesunden Seitendifferenzen bis zu 38 % fest, und Eisele (19) konnte dieses in ihren Untersuchungen bestätigen.

Da an den Fingerbeeren ein wesentlich höheres sensorisches Feld vorhanden ist - Keidel (28) - haben wir versucht, auch den Daumen zu reizen. Die Fingerbeere zu reizen, war wegen der ungünstigen Drehung des Armes nicht durchführbar. Der Patient konnte in dieser Stellung nicht lange genug verharren. Da aber die geringste Bewegung des Daumen oder Handgelenks von Millimetern eine Änderung der Reizstärke ergab, mußten wir von dieser Reizung Abstand nehmen und im Bereiche des Handgelenkes reizen. Abbildung 5.

Eine exakte Analyse der verwertbaren Reizantworten kann in Bezug auf den Nachweis von Hirnlässionen nicht erreicht werden. Die Häufigkeit der contralateralen Reizantworten zeigten aber keinen Hinweis auf die Lateralisation von Hirnlässionen, da es sowohl über der geschädigten wie gesunden Hemisphäre auftritt.

Ellingwood (20) konnte ebenfalls in seiner Arbeit feststellen, daß die Amplituden der Reizantworten bei contralateraler Reizung bzw. Ableitung größer dargestellt werden als bei ipsilateraler.

Die Nachteile dieser gesamten Anordnung zeigten sich im Laufe der Untersuchungen deutlich. Die Stärke des Reizes war nicht hoch genug einstellbar, um bessere Reizantworten zu erhalten. Der Patient gab uns das Gefühl eines Druckes an. Bei stärkerer Reizung trat zusätzlich der akustische Klick hinzu, der unbedingt zu vermeiden war.

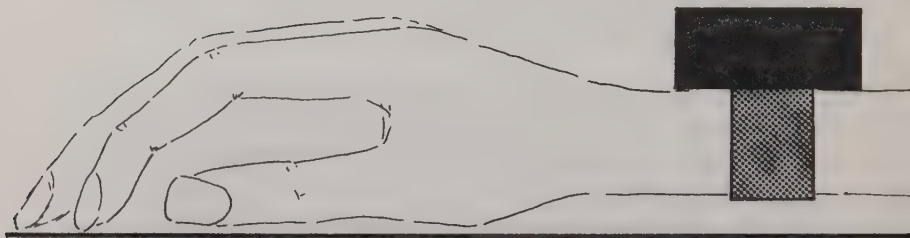
Außerdem wirkte sich die geringste Bewegung des Patienten, speziell des Armes, sehr stark auf die Reizung aus. Deswegen konnten wir nur 48 % der Untersuchungspersonen vollständig reizen. Auch konnte die Beeinflussung der unterschiedlich schnell leitenden Nervenfasern nicht geklärt werden. Das bedürfte einer genaueren erneuten Untersuchung, da es nicht mit unserer Versuchsanordnung feststellbar war. Die Untersuchungen von Lehtonen (31) ergaben die unterschiedlichen Leitungsgeschwindigkeiten der am schnellsten und langsamsten leitenden Nervenfasern des nervus ulnaris beim Menschen. Zwischen Ellenbogen und Achselhöhe fand er eine schnellste Leitungsgeschwindigkeit von $63,6 \pm 5,2$ m/sec., eine langsamste von $55,4 \pm 3,7$ m/sec. Diese Werte deuten auf die Schwierigkeiten zur Analyse der somato-aesthetischen Reizantworten hin.

Aufgrund der schwachen Reizantworten haben wir zusätzlich auditive Reizantworten bei den gleichen Versuchsbedingungen direkt nach der mechanischen Reizung vorgenommen. Hierbei zeigte sich eine normale auditive Reizantwort, so daß festgestellt werden konnte, daß diese Versuchsanordnung vom Prinzip richtig war, daß wohl die Schwierigkeit und die Stärke der Reizung für die schwachen Reizantworten verantwortlich gemacht werden mußten.

Auch darf in diesem Zusammenhang nicht vergessen werden, daß der Schwellenwert für ein^{en} punktförmigen Druckreiz bei Mechano-Rezeptoren 0,03 Erg beträgt, während beim Auge und Ohr nur ein Druck von 10^{-10} Erg erforderlich ist. Keidel (28)

Um diese Schwierigkeiten ausschalten zu können, würden wir eine Umänderung des Mechano-Stimulators vorschlagen. Er müßte eine höhere Reizamplitude zulassen und müßte mit dem Arm eine Einheit bilden. Hierdurch würden kleinere Bewegungen des Patienten nicht ins Gewicht fallen. Wie das Gerät im Prinzip aussehen könnte, zeigt Abbildung 18.

Abb. 18 Das Prinzip des vorgeschlagenen
Mechano - Stimulator



VI. ZUSAMMENFASSUNG

1. Die mechanischen Reize zur Erzeugung somato-aesthetischer Reizantworten wurden mit dem Mechano-Stimulator der Firma Hellige vorgenommen.
2. Es wurden 100 Rechteckreize mit einem Intervall von 1,2 sec. gesetzt. Stärke 5 p Reizantworten vom Computer summiert mit einer Analysenzeit von 250 msec.
3. Es wurden 25 Patienten untersucht.
Bei 6 Personen mußten die Versuche vorzeitig abgebrochen werden, bei 7 Patienten waren die Reizantworten auf grund zu großer Artefakte nicht auswertbar.
4. Im Gegensatz zu optischen, akustischen oder elektrischen Reizen sind die Reizantworten wesentlich schwächer ausgeprägt.
5. Die Bedingungen bei der mechanischen Stimulation führen notwendigerweise durch geringste Erschütterungen des Körpers zur Entstehung von Artefakten.
6. Es sind verstärkte Reizantworten bei contralateraler Ableitung zu erkennen. Eine Lateralisation der Hemisphärenläsionen war jedoch nicht auswertbar.

7. Zu erwarten wäre, daß durch größere Reizintensität deutliche Reizantworten ausgelöst werden könnten. Die Produktion von stärkeren Reizen hat bei dem verwendeten Apparat zu den damit verbundenen akustischen Signalen geführt, so daß eine Vereinigung von somato-aesthetischen mit auditiven Reizantworten zu Stande kam, hierdurch wäre eine klare Abgrenzung der somato - aesthetischen Reizantworten nicht möglich gewesen.
8. Das Gerät ist in dieser Form für klinische Untersuchungen noch nicht genügend ausgereift.
9. Eine Verbesserung des Gerätes im Prinzip zur Erzielung von mechanischen Reizen ist angegeben.

VIII LITERATURANGABEN

1. ADRIAN E.D.:
Afferent discharges to the cerebral cortex from
peripheral sense organs.
J. Physiol. London, 100 (1941) 159-191
2. ANTINORO F., SKINNER P.H. and JONES J.J.:
Relation between sound intensity and amplitude
of the AER at differenz stimulus frequencies.
3. ARFEL G., ALBE-FESSARD D., WALT ST.:
Evoked potentials in coma. Electroenceph. clin.
Neurophysio. 25 (1968) 93-94
4. BANCAUD J., BLOCH V., PAILLARD J.:
Contribution EEG a l'etude des potentials
evoques chez l'homme au niveau du vertex.
Rev. Neurol. 89 (1953) 399-418
5. BAUST W., JÖRG J., (Düsseldorf) :
Diagnostik und Höhenlokalisation von Rücken-
marksquerschnittssyndromen mittels kortikaler
erozierter Potentiale.
EEG ENG 1972 3 S. 206

6. BEAGLEY H.A. and KNIGHT J.J.:
Changes in auditory evoked response with
intensity
J. Laryngol. Otol, 81 (1967) 861-873
7. BERGAMASCO B., L. BERGAMINI A., M. MOMBELLI
R. MUTANI :
Longitudinal study of visual evoked potentials in
subjects in posttraumatic coma. Schweiz. Arch.
Neurochir. Psychiat. 97 (1966) 1-10
8. BERGAMINI L., B. BERGAMASCO, L. FRA, GANDIGLIO,
R. MUTANI:
Somatosensory evoked cortical potentials in
subjects with peripheral nervous lesions.
Electromyographs. 5 (1965) 121-130
9. BERGAMINI L., BERGAMASCO, L. FRA, G. GANDIGLIO,
R. MUTANI:
Diagnostic recording of somato-sensory cortical
evoked potentials in man. Electroenceph. clin.
Neurophysiol. 22 (1967) 260-262
10. BERGAMINI L., and BERGAMASCO B.,:
Possibility of the clinical use of sensory
evoked potentials transcranially recorded in man.
Electroenceph. clin. Neurophysiol. Suppl. 26
(1967) 114 - 122

11. CIGANEK L. :
Die elektroencephalographische Lichtreizant-
wort der menschlichen Hirnrinde.
Verlag der slowakischen Akademie der Wissen-
schaften Bratislava (1961)

12. DAVID E., FINKENZELLER P., KALLERT S., KEIDEL W.D. :
Wechselwirkung zwischen optisch und akustisch ausge-
lösten Gleichspannungspotentialen am Menschen
Plueger Arch. 312 (1969) 131-132

13. DAVIS A., P! A. OSTERHAMMEL
C.C. WIER and D.B. GJERDINGEN:
Slow vertex potentials ~~i~~nteractions among auditory
tactil, electric and visuel stimuli.
EEG Apr. 72 537-545

14. DAVIS H., MAST T., YOSHIE N., ZERLIN S. :
The slow response of the human cortex to auditory
stimulation recovery process
Electroenceph. clin. Neurophysiol. 21 (1966) 105-113

15. DAWSON G.D. :
Cerebral responses to electrical stimulation of
peripheral nerve in man.
Neurol. Neurosurg. Psychiat. 10 (1947) 134-140

16. DAWSON G.D.:
Investigations on a patient subject to
myoclonic seizures after sensory stimulation.
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 10 (1947) 141-162

17. DAWSON G.D.:
A summation technique for the detection of
small evoked potentials. Electroenceph. clin.
Neurophysiol. 6 (1954) 65-84

18. DOLCE G., FROMM H., IONESCU A. .:
Reaktionspotentiale beim apallischen Syndrom.
Z EEG EMG 3 (1972) 95-100

19. EISELE U.:
Die Tagesschwankungen der occipitalen Reizant-
worten beim Menschen
Inaugural-Diss. Lud.Max.Uni 1969

20. ELLINWOOD E.H., COOK J.D., WILSON W.P.:
Habituation of evoked response to uniaural
clicks, Brain research, 7 (Febr. 68) 306-309

21. GASTAUT Y.:

Les pointes negatives evoques sur le vertex.
Leur signification psychophysiologique et
pathologique.
Rev. Neurol. 89 (1953) 382-399

22. GALAMBOS R., DAVIS H.:

The response of single auditory nerve fibers to
acoustic stimulation.
J. Neurophysiol. 6 (1943) 39-57

23. GIBLIN D.R.:

Somatosensory evoked potentials in healthy
subjects and in patients with lesions of the
nervous system. Ann.N.Y. Acad. Sci. 112
(1964) 93-142

24. GUTTMANN G.:

Evoziertes Potential und Erleben
Ber. 26 Kongr. der Dtsch. Ges. für Psychologie,
Tübingen 1969

25. HAIDER M.:

Vigilance, attention, expectation and cortical
evoked potential.
Acta Psychol (Amst.) 27 (1967) 246-252

26. HALLIDAY A.M., WAKEFIELD :
 Cerebral evoked potentials in patients with
 dissociated sensory loss.
 J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 26 (1963)
 211-219

27. HENRIKSEN O., NASSER M., KAYAN A.:
 Auditory evoked responses. The basis for a
 promising objective audiotometric test
 Electroenceph. clin. Neurophysiol. 29 (1970) 220

28. KEIDEL:
 Lehrbuch der Physiologie.
 Kapite, Lullius A.

29. KITAJIMA H.:
 On the cerebral evoked response in man as a
 function of the intensity of flicker stimulation.
 Electroenceph. clin. Neurophysiol. 22 (1967) 326-336

30. KÜHN K., GÖTTE J., STÖLZEL R., GÖTZE W.:
 Klinische Anwendung somato-sensorisch evozierter
 kortikaler Potentiale.
 I. Untersuchungen an Gesunden. Z EEG EMG 4 (1973)
 81-85

31. LEHTONEN J.B., LANG A. KOIVIKKO M.J.:
 Untersuchungen der Leitgeschwindigkeiten und der
 reraktären Perioden der am schnellsten und
 langsamsten leitenden Nervenfasern des Menschen.
 EEG ENG 1970 1 188-195

32. LILLE F., BORLONE M., LERIQUE A., SCHERRER J.,
 THIEFFRY S.:
 Evaluation de la profondeur du coma chez l'enfant
 par la technique des potentiels evoques. Rev.
 neurol. 117 (1967) 216-217

33. MC CANDLESS G.A., FEST L.:
 Summed evoked responses using pure-tone stimuli
 J. Speech Hearing Res. 9 (1966) 266-272

34. PRICE L.L., ROSENBLÜT B., GOLDSTEIN R.,
 SHEPHERD D.C.:
 The averaged evoked response to auditory stimulation.
 J. Speech Hearing res. 9 (1966) 61-70

35. SIAGASS CH., SCHWARTZ M.:
 Recovery functions of somatosensory peripheral neural
 and cerebral evoked responses in man. Electroenceph.
 clin. Neurophysiol. 17 (1964) 126-135

36. TYBERGHEIN J., FORNEZ G.,:
Cortical audiometry in normal hearing subjects.
Acta oto-laryngol. 67 (1969) 23-32

37. VAUGHAN H.G., RITTER W.:
The sources of auditory evoked responses recorded
from the human scalp.
Electroenceph. clin. Neurophysiol. 28 (1970) 360-367

38. WALTER W.G.:
Slow potential changes in the human brain asso-
ciated with expectanca, decision and intention.
Electroenceph. clin. Neurophysiol. Suppl. 26
(1967) 123-130

39. WILKINSON R.T.:
Evoked response and reaction time. Acta Psychol.
(Amst) 27 (1967) 235-245

40. WILLIAMSON P.D., GROFF W.R., ALLISON T.:
Somatosensory evoked responses in patients with
unilateral cerebral lesions. Electroenceph. clin.
Neurophysiol. 28 (1970) 91

41. WITT H:
Occipitale Reizantworten nach Pupillenerweiterung.
Inaugural-Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität
München (1966)

Herrn Professor Dr. Johann Kugler danke
ich recht herzlich für die Überlassung
des Themas und für die freundliche Unter-
stützung bei der Durchführung.

Ich danke auch Frau Inge Frank, die jeder-
zeit hilfsbereit war.

LEBENS LAUF

Am 3. März 1945 wurde ich als drittes von vier Kindern des Ingenieurs Erich Ulbricht und seiner Frau Magdalena in Bocholt geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule besuchte ich die Realschule und bestand dort 1962 die Mittlere Reife. Eine Lehre als Technischer Zeichner beschloß ich 1965 mit der Lehrabschlußprüfung.

Danach besuchte ich den Aufbauzweig für Realschulabsolventen auf dem Gymnasium in Borken und bestand 1967 das Abitur.

Zum Studium der Zahnmedizin wurde ich in München zugelassen, wo ich 1973 das Staatsexamen ablegte.

